

ارائه درس روش پژوهش

الگوریتم ژنتیک برای مسئله فروشنده دوره‌گرد چند هدفه

ارائه دهنده‌گان: امید خیر‌آبادی و مهدی علی‌پور

استاد: مرتضوی

سال: بهار ۱۴۰۳

فهرست

* مقدمه ۲
* معرفی ۲
* الگوریتم ۳
* کاربرها ۹
* چالش‌ها ۹
* مقایسه ۱۰
* مرور ۱۱

مقدمه

این مقاله برای حل مسئله فروشنده دوره‌گرد چند هدفه با الگوریتم ژنتیک می‌تواند به شما کمک کند. این مقاله به بررسی چگونگی استفاده از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی همزمان دو هدف در مسئله فروشنده دوره‌گرد می‌پردازد.

این دو هدف معمولاً شامل کمینه کردن مسافت همه مسیرها و حداقل کردن کل زمان است. با این مقاله می‌توانید نحوه پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک و اعمال آن بر روی این مسئله را بیاموزید.

معرفی

* **مسئله فروشنده دوره‌گرد**: مقاله به بررسی مسئله فروشنده دوره‌گرد (TSP) و نوع چندگانه آن (MTSP) می‌پردازد که هدف آن تعیین مسیرهایی برای 'm' فروشنده است تا مجموعه‌ای از 'n' شهر را دقیقاً یک بار پوشش دهند.
* **الگوریتم ژنتیک**: مقاله یک الگوریتم ژنتیک مبتنی بر متاهیوریستیک با الگوریتم ژنتیک انتخاب تورنمنتی (GATS) را ارائه می‌دهد که با استراتژی‌های مختلطی مانند flip، swap و scramble در عملیات جهش طراحی شده است.
* **حل مسئله BMTSP**: تجربیات محاسباتی بر روی داده‌های مختلف انجام شده و نتایج نشان می‌دهد که GATS راه‌حل‌های بهبود یافته‌ای را برای برخی از موارد معیار ارائه می‌دهد.
* **رویکرد دو هدفه:** مقاله یک مدل دو هدفه را ارائه می‌دهد که در آن هدف اول کمینه‌سازی مجموع فاصله‌های طی شده و هدف دوم کمینه‌سازی مجموع زمان سفر است.
* **کاربردهای واقعی**: مقاله بر روی داده‌های مختلف آزمایش‌های محاسباتی انجام داده و نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی راه‌حل‌های بهبود یافته‌ای را برای برخی از نمونه‌های معیار به دست آورده است. این مدل‌ها برای مسائل واقعی مانند برنامه‌ریزی مسیرهای توریستی، لجستیک بشردوستانه و غیره کاربرد دارند.

الگوریتم

در اینجا خلاصه‌ای از نحوه اعمال الگوریتم ژنتیک برای مسئله فروشنده‌های دوره‌گرد چندگانه (MTSP) که شامل چهار مرحله‌ی زیر است:

* **تولید جمعیت اولیه**: ایجاد یک مجموعه از راه‌حل‌های احتمالی به صورت تصادفی یا با استفاده از روش‌های ابتدایی.
* **تابع برازندگی**: ارزیابی هر راه‌حل بر اساس دو هدف کلیدی؛ کمینه کردن مسافت کلی و کمینه کردن زمان کلی.
* **انتخاب طبیعی**: انتخاب راه‌حل‌های با برازندگی بالا برای تولید نسل بعدی.
* **عملیات کراس‌اور**: ترکیب ژن‌های والدین برای ایجاد فرزندان جدید.
* **عملیات جهش**: اعمال تغییرات تصادفی بر روی ژن‌ها برای حفظ تنوع ژنتیکی.

تولید جمعیت اولیه

تولید جمعیت اولیه یکی از مراحل اساسی در الگوریتم‌های ژنتیک است. در این مرحله، جمعیتی از کروموزوم‌ها (یا راه‌حل‌های ممکن) به صورت تصادفی تولید می‌شود که هر کروموزوم نماینده‌ی یک جواب بالقوه برای مسأله‌ی مورد است. این کروموزوم‌ها می‌توانند به عنوان نقطه‌ی شروع برای فرآیند تکاملی الگوریتم عمل کنند و در طی نسل‌های متوالی، از طریق عملیات‌های ژنتیکی مانند جهش و تقاطع، بهبود یافته و به سمت راه‌حل‌های بهینه‌تر پیش می‌روند و در ادامه مراحل تولید جمعیت اولیه را توضیح می‌دهیم.

* **انتخاب اولیه**: جمعیت اولیه شامل چندین فرد است که هر فرد نمایانگر یک راه‌حل ممکن برای مسئله است.
* **نمایش کروموزوم**: هر کروموزوم به صورت یک رشته از اندیس‌های شهرها نمایش داده می‌شود که هر شهر دقیقاً یک بار در الگوی ژن ظاهر می‌شود.
* **تولید تصادفی**: الگوهای ژن به صورت تصادفی تولید می‌شوند و هر شهر می‌تواند در هر موقعیتی در الگو قرار گیرد.
* **محدودیت تعادل بار**: هر فروشنده باید حداکثر **q** شهر را بازدید کند و هر بلوک ژن باید حداکثر **q** شهر را شامل شود تا تعادل بار حفظ شود.

تابع برازندگی

تابع برازندگی در الگوریتم‌های ژنتیک نقش مهمی دارد. این تابع، میزان برازندگی هر کدام از اعضای جمعیت را مشخص می‌کند و بر اساس آن، جواب‌های کاندید برای تولید نسل‌های بعدی انتخاب می‌شوند. به طور کلی، تابع برازندگی یا (F(i با استفاده از تابع هدف فرموله می‌شود و در عملیات ژنتیکی متوالی در نسل‌های الگوریتم ژنتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد که دو هدف اصلی آن عبارت است از:

* **مسافت کل**: مجموع مسافت‌هایی که توسط فروشندگان در مسیرهای مختلف طی شده است.
* **زمان کل**: مجموع زمان‌هایی که برای انجام کلیه وظایف توسط فروشندگان صرف شده است.

انتخاب طبیعی

در این روش، افراد جمعیت که برازنده‌تر هستند و بهترین عملکرد را در محیط خود دارند، بیشترین شانس را برای تولید مثل و انتقال ویژگی‌های خود به نسل‌های بعدی دارند. در هوش مصنوعی در الگوریتم‌های ژنتیک، این فرآیند به صورت مدل‌سازی شده اجرا می‌شود، جایی که تابع برازندگی (Fitness Function) به عنوان معیاری برای ارزیابی کروموزوم‌ها (یا راه‌حل‌ها) عمل می‌کند.

در انتخاب طبیعی، کروموزوم‌هایی که بالاترین امتیاز برازندگی را دارند، احتمال بیشتری برای انتخاب شدن و تولید نسل‌های بعدی دارند. این فرآیند باعث می‌شود که ویژگی‌های مطلوب در جمعیت حفظ شوند و به تدریج، جمعیت به سمت راه‌حل‌های بهینه‌تر پیش برود.

چگونگی کارکرد انتخاب طبیعی در الگوریتم ژنتیک با انتخاب تورنمنت:

* **انتخاب تورنمنت**: در این روش، تعدادی از افراد (ژن‌ها) به صورت تصادفی انتخاب شده و در یک تورنمنت قرار می‌گیرند. سپس، بر اساس مقدار تابع برازندگی، برنده تورنمنت انتخاب می‌شود.
* **فشار انتخابی**: اندازه تورنمنت می‌تواند بر فشار انتخابی تأثیر بگذارد. هرچه تعداد بازیکنان در تورنمنت بیشتر باشد، فشار برای برنده شدن بیشتر خواهد بود.
* **تولید نسل جدید**: برنده‌های تورنمنت به نسل بعدی اضافه می‌شوند تا تنوع ژنتیکی را حفظ کنند و فرصت‌های بیشتری برای بهبود نسل‌های آینده فراهم آورند.

عملیات کراس‌اور

چند نوع عملیات کراس‌اورد:

* **کراس‌اور تک‌نقطه‌ای**: یک نقطه در رشته‌های والدین انتخاب شده و بخش‌های بعد از آن نقطه بین دو والدین مبادله می‌شوند.
* **کراس‌اور چند‌نقطه‌ای**: بیش از یک نقطه انتخاب شده و بخش‌های بین این نقاط مبادله می‌شوند.
* **کراس‌اور یکنواخت**: هر ژن (یا ویژگی) با احتمال مشخصی از یکی از والدین انتخاب می‌شود.
* **کراس‌اور مرتب**: یک زیرمجموعه از یک والد انتخاب شده و سپس ژن‌های باقی‌مانده از والد دیگر به ترتیبی که در آن‌ها ظاهر می‌شوند، پر می‌شوند

عملیات جهش

چند نوع عملیات جهش:

* **جهش فلیپ (Flip Mutation)**: در این نوع جهش، مکان‌های دو شهر در یک مسیر به صورت تصادفی انتخاب شده و با یکدیگر جابجا می‌شوند.
* **جهش اسکرمبل (Scramble Mutation)**: یک زیرمجموعه از مسیر به صورت تصادفی انتخاب شده و ترتیب شهرها در آن به صورت تصادفی مخلوط می‌شود.
* **جهش سواپ (Swap Mutation)**: دو شهر در مسیر انتخاب شده و جایگاه‌های آنها با یکدیگر جابجا می‌شود.

کاربردها

* **حمل و نقل دریایی**: استفاده از BMTSP در برنامه‌ریزی مسیرهای حمل و نقل دریایی.
* **توزیع و حمل و نقل لجستیک**: کاربرد BMTSP در بهینه‌سازی مسیرهای توزیع و حمل و نقل.
* **مسائل مربوط به مسیریابی اتوبوس مدرسه**: استفاده از BMTSP برای برنامه‌ریزی مسیرهای اتوبوس‌های مدرسه به منظور کاهش فاصله و زمان سفر.
* **برنامه‌ریزی و تعادل بار کاری**: به کارگیری BMTSP در برنامه‌ریزی نیروی کار و تعادل بار کاری در محیط‌های مختلف.

چالش ها

* **پیچیدگی محاسباتی**: افزایش تعداد شهرها باعث افزایش نمایی پیچیدگی محاسباتی می‌شود.
* **طراحی الگوریتم**: چالش در طراحی الگوریتم‌های کارآمد برای حل نسخه‌های مختلف BMTSP.
* **تعادل بار**: توزیع نامتوازن شهرها در مسیرهای بهینه و تلاش برای دستیابی به تعادل بار در میان فروشندگان.
* **مصالحه اهداف (trading-off)**: وجود دو هدف مستقل که ممکن است با یکدیگر در تضاد باشند و نیاز به یافتن راه‌حل‌های کارآمد داشته باشند.

مقایسه

* **کارایی بالا**: الگوریتم GATS عملکرد بهتری در برخی از نمونه‌های معیار نسبت به روش‌های ژنتیکی دیگر نشان داده است.
* **استراتژی‌های مختلط**: با ترکیب استراتژی‌های مختلف مانند flip، swap و scramble در عملیات جهش، الگوریتم GATS به دنبال راه‌حل‌های مؤثرتر برای BMTSP است.
* **حل مسئله دو هدفه**: الگوریتم GATS به دنبال کمینه کردن همزمان فاصله کل سفر و زمان کل سفر است، که این دو معیار به عنوان پارامترهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند.
* **تعادل بار**: الگوریتم GATS شامل محدودیت تعادل بار است که به دنبال توزیع یکنواخت شهرها بین فروشندگان است تا از توزیع نامتوازن جلوگیری کند.

مرور

* **مسئله اصلی**: مقاله به بررسی مسئله فروشنده دوره‌گرد چندگانه (BMTSP) می‌پردازد که یک تعمیم از مسئله فروشنده دوره‌گرد (TSP) است و هدف آن تعیین m مسیر برای ‘m’ فروشنده است تا مجموعه‌ای از شهرها را دقیقاً یک بار پوشش دهند.
* **رویکرد پیشنهادی**: مقاله یک الگوریتم ژنتیک مبتنی بر متاهیوریستیک با انتخاب تورنمنتی (GATS) را ارائه می‌دهد که با استراتژی‌های مختلط مانند فلیپ، جابجایی و درهم‌ریختگی در عملیات جهش ترکیب شده است.
* **نتایج تجربی**: آزمایش‌های محاسباتی بر روی داده‌های مختلف انجام شده و عملکرد GATS با روش‌های ژنتیکی مختلف مقایسه شده است که نشان می‌دهد GATS راه‌حل‌های بهبود یافته‌ای را بر روی برخی از نمونه‌های معیار به دست آورده است.